



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 323 852**

51 Int. Cl.:
B25J 17/02 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01)
B66C 5/04 (2006.01)
B23Q 1/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01979148 .2**
96 Fecha de presentación : **19.10.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1341647**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2003**

54 Título: **Robot industrial.**

30 Prioridad: **24.10.2000 SE 2000103912**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.07.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.07.2009

73 Titular/es: **ABB AB.**
721 83 Västerås, SE

72 Inventor/es: **Brogardh, Torgny**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 323 852 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Robot industrial.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un robot industrial que comprende un manipulador y equipo de control para mover un objeto en el espacio. El manipulador comprende una plataforma soportada conjuntamente por una pluralidad de brazos que comprenden articulaciones. Cada brazo está asociado con un actuador con la finalidad de mover la articulación del brazo en paralelo, de tal manera que se alcanza un movimiento de la plataforma. La tarea de la plataforma es soportar directa o indirectamente herramientas u objetos, tanto grandes como también pequeños, para movimiento, medición, procesamiento, trabajo, unión, etc. En particular, el manipulador está destinado para ser utilizado en la industria de fabricación, pero también se puede contemplar para transferir productos y pasillos para pasajeros en puertos y aeropuertos.

Más específicamente, la presente invención se refiere a un robot industrial de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Un robot de este tipo se describe en el documento US-A-6 099 217.

20 **Técnica anterior**

Un manipulador que comprende más de un brazo y en el que al menos dos brazos forman una cadena de eslabones entre los actuadores del manipulador y la plataforma que debe manipularse se designa como manipulador cinemático paralelo. Para un manipulador cinemático paralelo totalmente formado para movimiento de una plataforma con tres grados de libertad (por ejemplo, en direcciones x, y, z en un sistema cartesiano de coordenadas), se requieren tres brazos de trabajo en paralelo y, si deben manipularse todos los seis grados de libertad de la plataforma, se requieren seis brazos de trabajo en paralelo. En muchas aplicaciones industriales en las que se utilizan actualmente manipuladores lineales de un llamado tipo de pórtico, se requieren normalmente cuatro grados de libertad, lo que significa que un manipulador cinemático paralelo correspondiente debería tener cuatro brazos paralelos.

Para obtener un sistema de brazos rígidos con una capacidad de carga grande y un peso bajo, los brazos inferiores del manipulador cinemático paralelo más próximos a la plataforma manipulada deberían tener un total de seis eslabones, que solamente transmiten fuerzas de compresión y de tracción. Para un manipulador para cuatro grados de libertad y cuatro brazos, esto implica que los cuatro brazos inferiores deben compartir los seis eslabones entre ellos y esto solamente se puede realizar con ciertas combinaciones, tales como, por ejemplo, 2/2/1/1 o 3/1/1/1. Si uno de los eslabones se utiliza para transmitir además de fuerzas de compresión y de tracción, se obtienen también las siguientes combinaciones posibles para un manipulador cinemático paralelo con cuatro grados de libertad: 3/2/1, 2/2/2. estas combinaciones se pueden utilizar también cuando solamente deben manipularse tres grados de libertad en la plataforma manipulada.

El documento US 6.099.217 enseña un dispositivo para mover una plataforma móvil (2) con respecto a una base (1). La conexión entre plataforma y base se establece por seis patas (4a-4f), que se conectan a la plataforma de una manera articulada. En el lado de la base, descansan de una manera articulada sobre carros deslizantes (6a-6f). Los carros deslizantes se pueden desplazar a lo largo de pistas de guía paralelas (7a-7c), por medio de las cuales se puede ajustar la posición y la orientación de la plataforma. Dos carros deslizantes circulan de una manera independiente entre sí sobre cada pista de guía, permitiendo un movimiento con un total de seis grados de libertad. Puesto que dos carros deslizantes comparten una pista de guía, se simplifica el diseño y se puede prescindir de algunos componentes de accionamiento.

El documento US 5.715.729 enseña una máquina herramienta que comprende una base fijada en una porción fija exterior, una placa de desplazamiento a la que debe fijarse una herramienta, una pluralidad de porciones de guía fijadas radialmente hacia fuera a la base en un ángulo predeterminado, y una pluralidad de varillas. Cada una de la pluralidad de porciones de guía está provista con una mesa deslizable móvil en una dirección longitudinal de la porción de guía y un actuador para mover la mesa deslizable. Un extremo de cada varilla está conectado con una de las mesas deslizables a través de primeros medios de unión y otro extremo de cada una de las varillas está conectado a la placa de desplazamiento a través de segundos medios de unión.

Cuando se requiere un rango de trabajo rectangular en aplicaciones del manipulador, se utilizan actualmente los llamados manipuladores de pórtico. Estos manipulan una plataforma normalmente con cuatro grados de libertad: x, y, z y rotación alrededor del eje z. Con esta finalidad, estos manipuladores están compuestos por un eje de rotación y tres trayectorias lineales conectadas en serie, sobre las que se mueven unidades móviles en las direcciones x, y, z. La primera unidad móvil, que se mueve a lo largo de una primera trayectoria lineal de un actuador, soporta una segunda trayectoria lineal montada perpendicularmente a la primera trayectoria lineal. Sobre la segunda trayectoria lineal, existe entonces una segunda unidad móvil que, a su vez, soporta una tercera trayectoria lineal, que está montada perpendicularmente tanto a la primera como también a la segunda trayectoria lineal. Sobre la tercera trayectoria lineal existe una tercera unidad móvil, que soporta un eje de rotación cuando el manipulador tiene cuatro grados de libertad.

La conexión en serie de las trayectorias lineales con sus unidades y actuadores móviles asociados imponen un número de restricciones sobre manipuladores de pórticos actuales.

ES 2 323 852 T3

- El manipulador se vuelve muy pesado, lo que limita su velocidad de actuación y da como resultado una necesidad de actuadores (motores) costosos y consumidores de energía.
- 5 • El manipulador se debilita y cuando se mueven objetos o herramientas, se obtiene una oscilación no deseada del manipulador en el caso de movimiento a lo largo de la trayectoria en la que debe realizarse el movimiento, y especialmente cuando el movimiento debe pararse, se obtienen los llamados sobreimpulsos.
- 10 • El manipulador se vuelve elástico cuando la plataforma debe generar fuerzas entre herramientas y objetos, a no ser que se utilicen soluciones muy costosas y complejas para las trayectorias lineales.
- 15 • Para los actuadores móviles con sus sensores de medición asociados, se requiere cableado móvil, que provoca fiabilidad pobre en manipuladores de pórtico.
- Es difícil obtener alta exactitud del manipulador sin proporcionar soluciones costosas que implican, por ejemplo, cojinetes neumáticos, que proporcionan al mismo tiempo velocidad limitada de actuación del manipulador.
- 20 • Dos trayectorias lineales paralelas se utilizan normalmente para soportar la segunda trayectoria lineal en la cadena cinemática en serie. Esto da lugar a un efecto similar al de un cajón en una cómoda que se enchaveta cuando se tira de ella, y requiere soluciones especiales costosas de realizar.

Todas estas limitaciones cuando se utilizan manipuladores de pórtico se pueden eliminar por un manipulador cinemático paralelo, que es accionado por trayectorias lineales que funcionan en paralelo, que no tienen que soportarse mutuamente, donde todas las trayectorias se pueden montar sobre una estructura de bastidor fija. Un ejemplo de un robot cinemático paralelo es Hexaglide, desarrollado en el Instituto Técnico de Tecnología ETH en Zúric. La cinemática de éste se muestra claramente en la figura 1, que se describe en la sección Descripción de las formas de realización preferidas. Aquí se utilizan seis unidades móviles sobre tres trayectorias lineales para guiar seis grados de libertad de la plataforma manipulada con la ayuda de seis eslabones paralelos. Este manipulador tiene un sistema de brazos con un peso muy bajo, será rígido, puede conseguir fuerzas grandes de la herramienta sin deformación, no tiene cableado móvil y puede proporcionar exactitud muy alta. Sin embargo, este manipulador tiene un rango de trabajo demasiado pequeño para sustituir a los manipuladores de pórtico que se utilizan actualmente en varias aplicaciones industriales. Además, este robot cinemático paralelo requiere seis actuadores también cuando deben manipularse también solamente cuatro grados de libertad, que da como resultado un precio innecesariamente alto del manipulador. Finalmente, los programas de control que deben aplicarse para el movimiento del manipulador son costosos.

Resumen de la invención

La presente invención comprende una nueva estructura de base para manipuladores cinemáticos paralelos sobre la base de actuadores accionados linealmente y que resuelven los problemas que se plantean en el manipulador cinemático descrito anteriormente. Con las formas de realización para manipuladores cinemáticos paralelos basados en la nueva estructura de base definida en la reivindicación 1, la mayoría de los requerimientos industriales actuales de manipuladores con rangos de trabajo rectangulares se pueden solucionar a bajo coste y con un rendimiento más alto comparado con estructuras de pórtico cinemático en serie actuales. Ejemplos de manipuladores de pórtico que se pueden sustituir por una estructura cinemática paralela de acuerdo con la invención son:

- Máquinas que miden coordenadas para medición de alta precisión de componentes y productos prefabricados en la industria de ingeniería.
- 50 • Máquinas herramientas para trituración, perforación, laminación, desbarbado y otra mecanización.
- Máquinas de ensayo en la fabricación de semiconductores, donde las placas de semiconductores deben montarse en una estación de prueba y deben presionarse con una fuerza grande contra una matriz de contactos para medir la calidad del material semiconductor.
- 55 • Máquinas de montaje para electrónica, en las que los componentes electrónicos deben moverse a gran velocidad y alta precisión hasta una posición correcta, por ejemplo, sobre un cuadro de circuito impreso.
- 60 • Robots de manipulación para aplicaciones farmacéuticas, por ejemplo para mover microplacas durante la selección.
- Robots de manipulación para mover componentes y productos en la industria de ingeniería, por ejemplo durante el montaje de coches.

La invención comprende un manipulador que está compuesto por un sistema de brazo cinemático paralelo que es accionado por unidades móviles sobre trayectorias lineales paralelas. El requerimiento de que las trayectorias lineales estén paralelas es debido al hecho de que el rango de trabajo del manipulador debe ser rectangular y escalable. Seleccionando diferentes longitudes de las trayectorias lineales paralelas, se pueden obtener diferentes longitudes del

ES 2 323 852 T3

rango de trabajo y seleccionando diferentes distancias entre las trayectorias lineales paralelas, se pueden conseguir diferentes anchuras del rango de trabajo. Las trayectorias lineales pueden estar montadas en el suelo, en la pared, en el techo o puede existir una combinación de estos métodos de montaje. En todos estos casos, el sistema de accionamiento incluyendo los actuadores está montado de forma deslizante sobre las trayectorias lineales y no se requiere cableado móvil para acompañar a las unidades móviles cuando éstas se mueven a lo largo de las trayectorias lineales.

Por lo tanto, la invención comprende un manipulador para mover un objeto en el espacio que comprende una plataforma diseñada para soportar objetos, un primer brazo adaptado para influir sobre la plataforma en un primer movimiento y que comprende un primer actuador y dos eslabones, cada uno de los cuales comprende una pieza de unión exterior dispuesta en la plataforma y una pieza de unión interior dispuesta en el primer actuador, un segundo brazo adaptado para influir sobre la plataforma en un segundo movimiento y que comprende un segundo actuador y dos eslabones, cada uno de los cuales comprende una pieza de unión exterior dispuesta en la plataforma y una pieza de unión interior dispuesta en el segundo actuador, y una tercera pieza de unión unida para influir sobre la plataforma en un tercer movimiento y que comprende un tercer actuador y un eslabón, que comprende una pieza de unión exterior dispuesta en la plataforma y una pieza de unión interior dispuesta en el tercer actuador, de manera que el primer actuador comprende un primer motor, una primera trayectoria dispuesta en un primer plano y un primer carro móvil linealmente a lo largo de la primera trayectoria, por medio del cual se pueden desplazar las dos piezas de unión interiores en paralelo, el segundo actuador comprende un segundo motor, una segunda trayectoria dispuesta en un segundo plano y un segundo carro desplazable linealmente a lo largo de la segunda trayectoria, por medio del cual se pueden desplazar las dos piezas de unión interiores en paralelo, y el tercer actuador comprende un tercer motor, una tercera trayectoria dispuesta en un tercer plano y un tercer carro móvil linealmente a lo largo de la tercera trayectoria, por medio del cual la pieza de unión interior se puede desplazar linealmente.

En una característica de acuerdo con la invención, todas las piezas de unión exteriores están dispuestas a lo largo de una y la misma línea recta de la plataforma.

En una característica de acuerdo con la invención, el primer brazo comprende un eslabón adicional con una pieza de unión interior dispuesta en el primer carro y una pieza de unión exterior dispuesta en la plataforma, de manera que todos los eslabones del primer brazo están dispuestos en paralelo.

En una característica de acuerdo con la invención, las trayectorias están dispuestas de diferentes maneras. Por lo tanto, están dispuestas en el mismo plano, en diferentes planos, o en planos en ángulo. Las trayectorias están dispuestas también conjuntamente para varios carros.

Las unidades móviles, los carros, que se mueven con movimientos lineales paralelos sobre las trayectorias lineales, soportan el sistema de brazos cinemáticos paralelos. Para obtener una alta rigidez, una alta exactitud y un peso bajo del sistema de brazos, este sistema está diseñado de tal manera que la plataforma que debe manipularse está montada con la ayuda de piezas de unión sobre seis eslabones (varillas articuladas), con una pieza de unión por cada varilla articulada. Cada pieza de unión tiene dos o tres grados de libertad y las varillas articuladas están configuradas de tal forma que pueden bloquear o manipular cada uno de los seis grados de libertad de la plataforma. En su otro extremo, las varillas articuladas están montadas a través de piezas de unión directamente sobre las unidades móviles o sobre algún tipo de brazo que, a su vez, está montado sobre una o más de las unidades móviles. Además, en su otro extremo, las varillas articuladas tienen piezas de unión con dos o tres grados de libertad y las varillas articuladas están configuradas en todos los casos, excepto uno, de tal manera que solamente tienen que transmitir tensiones de compresión y de tensión. La excepción es el caso en el que una de las varillas articuladas se utiliza para transmitir un movimiento giratorio a la plataforma manipulada. En este caso, la varilla articulada en cuestión sirve como una transmisión universal.

De acuerdo con la invención, las varillas articuladas están montadas sobre la plataforma manipulada con la ayuda de piezas de unión, de manera que se forman dos parejas de eslabones. Para cada pareja, se forma una línea matemática a través del centro de las piezas de unión de las parejas de eslabones, siendo definido el centro por el punto matemático en la pieza de unión, donde los ejes de rotación de la pieza de unión (para pivotar el eslabón) se cruzan entre sí. Para alcanzar el objeto principal de la invención, no se requiere ahora que ambas líneas matemáticas para las piezas de unión de las dos parejas de eslabones estén paralelas. De especial interés es el caso en el que estas líneas paralelas también coinciden.

Partiendo de esta estructura básica de un manipulador cinemático paralelo con un rango de trabajo del tipo de pórtico, la invención comprende un número de formas de realización ventajosas.

El concepto inventivo comprende conectar al menos una de las unidades móviles a la plataforma manipulada a través de una de las seis varillas articuladas. De esta manera, no se plantean requerimientos para la orientación en cualquier dirección del brazo sobre el que está montado el eslabón en cuestión a través de una pieza de unión. Esto proporciona muchas posibilidades de introducir brazos inferiores pivotables para incrementar el rango de trabajo del manipulador en la dirección z. Esto es particularmente importante cuando debe diseñarse un manipulador con sólo tres grados de libertad (x, y, z).

Para obtener un rango de trabajo grande en el plano xy, es decir, en el plano en el que están montadas al menos dos de las trayectorias de revestimiento, de acuerdo con una forma de realización ventajosa de la invención, dos de las trayectorias lineales con unidades móviles asociadas están montadas de tal manera que al menos cuatro de los

ES 2 323 852 T3

seis eslabones se pueden mover libremente entre las dos trayectorias lineales. Esto hace posible que la articulación realice movimientos grandes en la dirección-y, mientras realiza al mismo tiempo movimientos grandes en la dirección-z, puesto que el sistema de brazos en el centro del rango de trabajo entre las trayectorias lineales tendrá su máxima movilidad en todas las direcciones. Esta configuración de las trayectorias lineales es la configuración óptima también desde el punto de vista de la rigidez del manipulador, si las trayectorias lineales están montadas de tal manera que los vectores normales con respecto a las superficies de montaje de las unidades móviles para una de las trayectorias lineales están paralelos, pero dirigidos opuestos a las superficies de montaje de las unidades móviles para la otra trayectoria lineal.

El concepto inventivo comprende también conseguir la rotación de la plataforma manipulada alrededor de uno y solamente un eje de rotación, por medio de una varilla articulada conectada a una de las unidades móviles, en cuyo caso se puede utilizar un brazo de palanca en una disposición de plataforma para transformar un movimiento de traslación del eslabón relevante en un movimiento de rotación de la plataforma. Para obtener ángulos de rotación grandes de la plataforma manipulada, la invención comprende también el uso de una de las varillas articuladas en una transmisión universal, estando montadas las piezas de unión universales en ambos extremos de la varilla articulada en cuestión y siendo utilizadas una rueda de engranaje y una cremallera para transmitir un movimiento relativo entre dos unidades móviles sobre una trayectoria lineal en un movimiento de rotación de la transmisión universal. Además, la invención comprende el uso de una tercera trayectoria lineal montada entre otras dos trayectorias lineales y con dos unidades móviles para manipular la rotación y el movimiento de la plataforma en la dirección-z, en cuyo caso se pueden utilizar ambas formas de realización mencionadas anteriormente para la generación del movimiento de rotación de la plataforma.

El concepto inventivo comprende también diferentes diseños para obtener un rango de trabajo ampliado de la plataforma manipulada con la ayuda de brazos de palanca. Estos diseños se basan en movimientos relativos entre dos o más unidades móviles, con la ayuda de acoplamientos articulados entre las unidades móviles, dando lugar a oscilaciones de brazos montados sobre las unidades móviles. De esta manera, los movimientos lineales de las unidades móviles darán lugar a movimientos circulares grandes de aquellas piezas de unión que conectan varillas articuladas a los brazos oscilantes, y se obtienen movimientos grandes de la plataforma manipulada.

En una forma de realización ventajosa de la invención, al menos cuatro de las piezas de unión entre la plataforma manipulada y las seis varillas articuladas están montadas a lo largo de una línea simétrica común, que corresponde a las líneas matemáticas mencionadas anteriormente. Si, además, una quinta pieza de unión para manipular la plataforma en la dirección-z está montada sobre esta línea de simetría, la plataforma estará constituida por una varilla o caña, que puede girarse entonces alrededor por la sexta varilla articulada a través de un brazo de palanca o a través de una transmisión universal. Esto proporciona una plataforma muy compacta, que es fácil de fabricar con alta precisión. Además, esta plataforma proporciona una posibilidad de utilizar simplemente cojinetes de bolas o de rodillos ordinarios para implementar las piezas de unión en cuestión.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará con más detalle por la descripción de una forma de realización con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es un manipulador diseñado de acuerdo con la técnica anterior, con trayectorias lineales paralelas que comprenden seis unidades móviles con seis eslabones entre estas unidades y la plataforma que debe moverse y girarse por el manipulador.

La figura 2 es un manipulador de acuerdo con la invención para manipular la posición de una plataforma bajo inclinación y orientación constantes, utilizando solamente tres unidades móviles solamente sólo dos trayectorias lineales paralelas a través de seis eslabones.

La figura 3 es un manipulador con tres unidades móviles para manipular la posición de la plataforma solamente, mientras que la inclinación y la orientación de la misma se mantienen constantes.

La figura 4 es un manipulador para obtener un rango de trabajo grande también en el plano vertical.

La figura 5a y la figura 5b son formas de realización de la disposición de piezas de unión del manipulador de acuerdo con la invención.

La figura 6 es una forma de realización de la disposición de unión del manipulador de acuerdo con la invención.

Descripción de las formas de realización preferidas

La figura 1 muestra la técnica anterior para manipular, sobre trayectorias lineales 10, 11 y 15, una plataforma 1 por medio de eslabones 13-18, que solamente transmiten tensiones de compresión y de tensión. Los seis eslabones 13-18 están provistos en cada extremo con piezas de unión 13a-18a y 13b-18b, respectivamente. Las piezas de unión tienen dos o tres grados de libertad y los eslabones están montados, a través de las piezas de unión 13a-18a, sobre la plataforma 1 que debe manipularse. Con las piezas de unión 13b-18b, los eslabones están montados sobre las unidades móviles

ES 2 323 852 T3

2, 3, 4, 5, 26, 27 con un eslabón para cada unidad móvil. Las unidades móviles están controladas por actuadores 6, 7, 8, 9, 29 y 28 y pueden estar colocadas a lo largo de las trayectorias lineales 10, 11, 25 independientemente unas de las otras. Realizando esta posición en un cierto patrón dado por la cinemática del manipulador, se puede provocar que la plataforma se mueva en las direcciones x, y, z y se obtengan rotaciones alrededor del eje-z (Vz). También es posible obtener rotaciones alrededor de los ejes-x e y, pero no existe ninguna necesidad de ello en la mayoría de las aplicaciones de pórtico que se utilizan actualmente.

La figura 2 muestra cómo se puede utilizar un manipulador con tres actuadores lineales para manipular la posición de un objeto 12, siendo obtenidos los movimientos mayores en la dirección-y (la dirección-y de acuerdo con el sistema de coordenadas escrito es la figura). El objeto 12 está colocado sobre una plataforma 1, que está retenida por los seis eslabones 13-18. Los eslabones 13-15 están montados en sus extremos inferiores sobre la unidad móvil 2, que es inducida a moverse a lo largo de la trayectoria lineal 11 con la ayuda del dispositivo de accionamiento 7. De una manera correspondiente, el extremo inferior del eslabón 16 está montado sobre la unidad 3, que está conectada sobre la trayectoria 10 al dispositivo de accionamiento 6. Además, los eslabones 17 y 18 están montados sobre la unidad 4 con el dispositivo de accionamiento 8. Cada eslabón tiene en los extremos unas piezas de unión 13a-18a y 13b-18b, respectivamente, cada uno de los cuales tiene dos grados de libertad (por ejemplo, una junta universal) o tres grados de libertad (por ejemplo una rótula). Los eslabones 13, 14 y 15 tienen la misma longitud y están mutuamente paralelos y montados de tal manera que las piezas de unión 13a, 14a, 15a y 13b, 14b, 15b, respectivamente, forman triángulos. Los eslabones 17 y 18 están también mutuamente paralelos y tienen la misma longitud. Por otra parte, los eslabones 13, 14, 15 no tienen que tener la misma longitud que los eslabones 17, 18, ni la misma longitud que el eslabón 16, y el eslabón 16 no tiene que tener la misma longitud que los eslabones 17 y 18. Para alta precisión y alta rigidez, los eslabones están fabricados de una manera adecuada de tubos de epoxi reforzados con fibra de carbono, que son encolados a soportes para las piezas de unión. Las unidades 2, 3, 4 pueden ser accionadas por tornillos de bola con motores 6, 7, 8 en los extremos de las unidades lineales 10, 11. Como una alternativa, se pueden utilizar transmisiones de correas y si se requiere rigidez y exactitud muy altas, también es posible utilizar motores lineales. En el caso del motor lineal, el arrollamiento debería colocarse sobre la parte estacionaria para evitar cableado móvil, pero esto implica que se necesitan dos motores lineales paralelos para la trayectoria lineal 10 con dos unidades móviles. Debería indicarse que las trayectorias lineales 10 y 11 en la forma de realización mostrada en la figura están adyacentes entre sí (en la dirección-x) y a diferente nivele (en la dirección-z). Para razón de que la trayectoria 10 esté a un nivel más alto que la trayectoria 11 es que la distancia entre las unidades móviles 3 y 4 es entonces más pequeña y que estas unidades no tienen que moverse hasta la misma extensión para obtener una transferencia dada de la plataforma 1, que permite acortarla trayectoria lineal 10 más que si todos los eslabones fueran de la misma longitud.

El manipulador de la figura 3 manipula la plataforma 1 con tres grados de libertad. El eslabón 15 está seleccionado con la misma longitud que los eslabones 13 y 14 y está montado para colocarse paralelo a estos eslabones. Con esta finalidad, la unidad móvil 2 está provista con un brazo 2C, que junto con el brazo de palanca 1g asegura que el eslabón 15 esté colocado paralelo a los eslabones 13 y 14. Moviendo las unidades 2, 3 y 4, se puede controlar ahora la posición en las direcciones x, y, z de la plataforma 1.

En la figura 3, la varilla de la plataforma está perpendicular a la superficie, que está fijada por las trayectorias lineales 10 y 11. No obstante, se puede aplicar a la varilla de la plataforma un ángulo diferente a las trayectorias lineales inclinando las varillas 2B y 4B, con tal que, sin embargo, las varillas 2B y 4B estén todavía paralelas.

Una disposición un poco más sencilla para obtener un rango de trabajo grande en la dirección-z se muestra en la figura 4. Aquí, el eslabón 16 está montado sobre el brazo 36 a través de la pieza de unión 16b (con dos o tres grados de libertad), estando conectado el brazo 36, a su vez, con la unidad móvil 4 a través de la pieza de unión 35 (con un grado de libertad). El brazo 36 es inducido a oscilar alrededor del eje de la pieza de unión 35 cuando las unidades móviles 3 y 4 se mueven una con relación a la otra. Esta función se consigue por el hecho de que el brazo 36 tiene un brazo de palanca 34 que está conectado, a través de la pieza de unión 33, a la unidad móvil 4 a través del brazo 32. El brazo 32 está montado fijamente sobre la unidad móvil 4 con la ayuda de la pieza de unión 31, que permite al brazo 32 oscilar en el plano vertical. El eslabón 15 está configurado para mantener un ángulo de rotación constante de la plataforma 1. Esto se consigue permitiendo que el eslabón 15 forme un paralelogramo con los eslabones 13 y 14, que se consigue con el brazo 2A montado fijamente sobre la unidad móvil 2. Como una alternativa, el eslabón 15 puede estar montado de una manera correspondiente sobre la unidad móvil.

Las piezas de unión sobre la varilla de la plataforma pueden estar ejecutadas como juntas universales, rótulas o con cojinetes de bolas configurados de forma adecuada. La figura 5a muestra una forma de realización utilizando rótulas. Las bolas para las rótulas 13a, 14a, 16a, 17a y 18a tienen un taladro vertical a través del cual se extiende una caña 20, que conecta la plataforma 1 al brazo de palanca 1g. Entre la bola de las rótulas 18a y la plataforma 1 está montado un manguito 1a, y entre las bolas de las rótulas 18a, 17a, 16a, 13a, 14a están montados los manguitos 1b-1e, y debajo de la bola de la pieza de unión 14a está montado el manguito 1t. Con la tuerca 21 sobre la caña 20, las bolas 13aa, 14aa, 16aa, 17aa, 18aa con los manguitos intermedios están retenidas en la plataforma 1, formando de esta manera una varilla de plataforma. En la caña 20, el brazo de palanca 1g está montado fijamente de tal manera que un movimiento del eslabón 15 da lugar a una rotación de la varilla de la plataforma, que está articulada en las piezas de unión 18aa, 17aa, 16aa, 13aa, 14aa. El diseño de estas piezas de unión se muestra en la figura 5b, ejemplificado por la pieza de unión 17aa. La pieza de unión se ve en la sección transversal desde arriba con la caña 20 dentro de la bola perforada. Sobre el eslabón 17 está montado un soporte 22 de piezas de unión. El soporte de piezas de unión presiona el angular

ES 2 323 852 T3

23 contra un lado de la bola y la placa 24 contra el otro lado de la bola. El ángulo 23 proporciona al menos tres superficies de contacto con la bola y la placa 24 proporciona al menos una superficie de contacto.

5 La forma de realización de las piezas de unión de acuerdo con las figuras 5aa y 5b está principalmente adaptada para aplicaciones en las que no deben aplicarse fuerzas demasiado grandes a la plataforma 1. En aquellos casos en los que fuerzas grandes ejercen una influencia sobre la plataforma 1, se pueden utilizar juntas universales o cojinetes de bolas o de rodillos ajustados angularmente de acuerdo con la figura 6. La figura ejemplifica la disposición de pieza de unión con los eslabones 13 y 14. La realización de las piezas de unión propiamente dichas se explica partiendo de la pieza de unión 14b. Sobre la varilla 2B está montado un cojinete 14bIII, y sobre los dos lados de este cojinete, están
10 montados otros dos cojinetes 14bII y 14bI. En la figura, el eje de rotación para el cojinete 14bII está vertical y para los cojinetes 14bI y 14bII está horizontal. Sobre los cojinetes 14bI y 14bII está montado un puente 14B (el puente 14^a en el otro extremo del eslabón 14 se muestra más claramente) y sobre este puente está montado el eslabón 14. Con este diseño, la varilla de la plataforma interconecta las piezas de unión por simple montaje de los cojinetes con un eje vertical de rotación sobre las varillas, y las partes 1d, 1e, etc. de la varilla son, por lo tanto en este caso una caña
15 continua.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un robot industrial para movimiento de un objeto (12) en un espacio que comprende una plataforma (1) dispuesta para soportar objetos, un primer brazo adaptado para influir sobre la plataforma en un primer movimiento y que
10 comprende un primer actuador con un primer carro (2) móvil linealmente y dos eslabones (13, 14), cada uno de los cuales comprende una pieza de unión exterior (13a, 14a) dispuesta en la plataforma y una pieza de unión interior (13b, 14b) dispuesta en el primer carro (2), donde las dos piezas de unión interiores (13b, 14b) están dispuestas de forma desplazable en paralelo, un segundo brazo dispuesto para influir sobre la plataforma en un segundo movimiento y que
15 comprende un segundo actuador con un segundo carro (4) móvil linealmente y dos eslabones (17, 18), cada uno de los cuales comprende una pieza de unión exterior (17a, 18a) dispuesta en la plataforma y una pieza de unión interior (17b, 18b) dispuesta en el segundo carro (4), donde las dos piezas de unión interiores (17b, 18b) están dispuestas de forma desplazable en paralelo, y un tercer brazo dispuesto para influir sobre la plataforma en un tercer movimiento y que
20 comprende un tercer actuador con un tercer carro (3) móvil linealmente y un eslabón (16), que comprende una pieza de unión exterior (16a) dispuesta en la plataforma (1) y una pieza de unión interior (16b) dispuesta en el tercer carro (3), donde la pieza de unión interior (16b) está dispuesta desplazable linealmente, **caracterizado** porque el primer brazo comprende un eslabón adicional (15) con una pieza de unión interior (15b) dispuesta en el primer carro (2) y una pieza de unión exterior (15a) dispuesta en la plataforma (1), de manera que todos los eslabones (13, 14, 15) del primer brazo están dispuestos en paralelo y las tres piezas de unión interiores (13b, 14b, 15b) en el primer carro (2) están dispuestas de forma desplazable en paralelo.

25 2. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer actuador comprende una primera trayectoria (11) dispuesta en un primer plano y el primer carro (2) es móvil linealmente a lo largo de la primera trayectoria.

30 3. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el segundo actuador comprende una segunda trayectoria (10) dispuesta en un segundo plano y el segundo carro (4) es móvil linealmente a lo largo de la segunda trayectoria.

35 4. Un robot industrial de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3, en el que el primero y el segundo plano están dispuestos en paralelo.

40 5. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primero y el segundo plano forman un ángulo entre sí.

45 6. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el tercer carro (3) es móvil linealmente a lo largo de la segunda trayectoria (10).

50 7. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las piezas de unión exteriores (13a, 14a, 16a, 17a, 18a) están dispuestas en una línea recta.

55 8. Un robot industrial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno del primero (2), segundo (4) y tercer carro (3) son móviles individualmente por un primero (7), un segundo (8) y un tercer motor (6).

60 9. Un método de funcionamiento de un robot industrial de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8, que comprende obtener una rotación de la plataforma (1) ajustando la relación entre posiciones de las unidades móviles (2, 3, 4) a lo largo de la primera (11) y segunda trayectoria (10).

65 10. Uso de un robot industrial de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8 o un método de acuerdo con la reivindicación 9 para el montaje en la industria de fabricación.

70 11. Uso de un robot industrial de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8 o un método de acuerdo con la reivindicación 9 para transportar objetos en la industria del transporte.

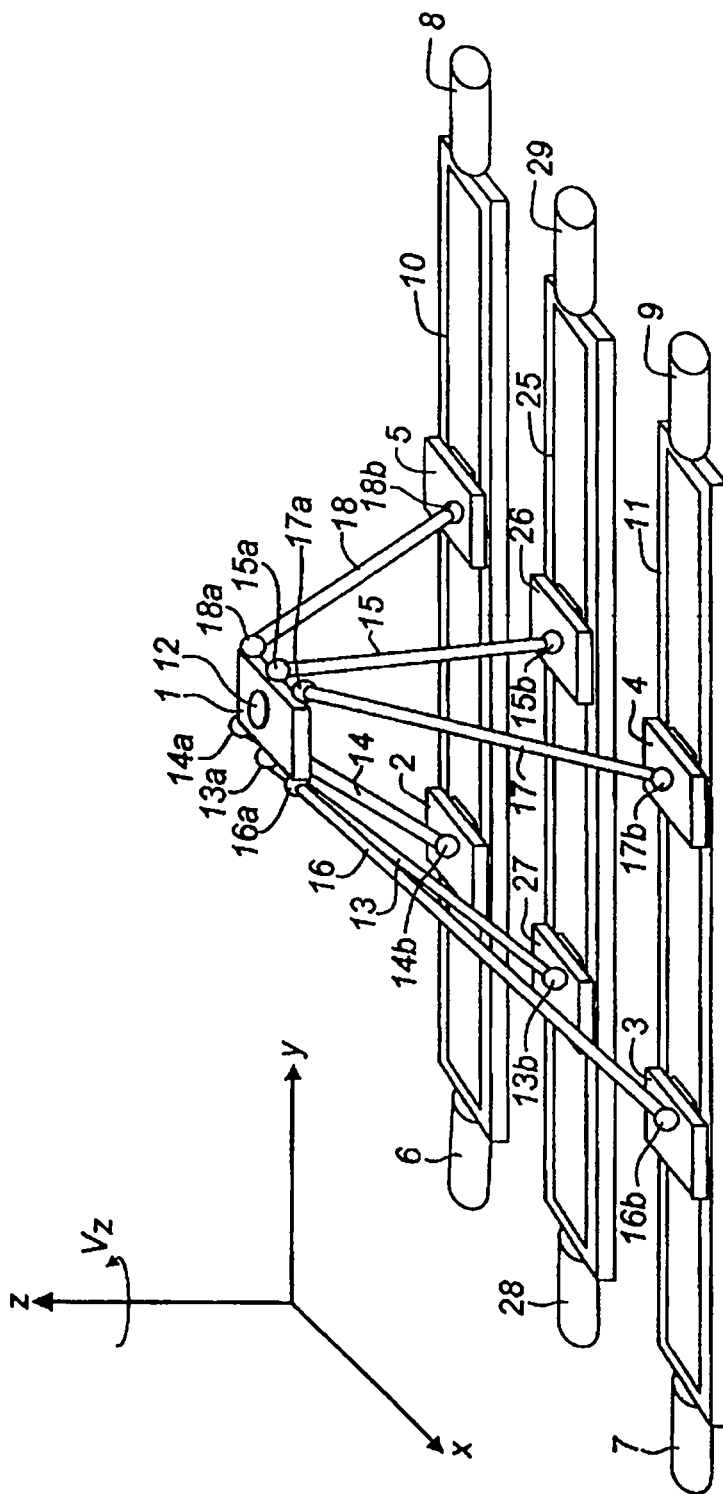


Fig. 1

Técnica anterior

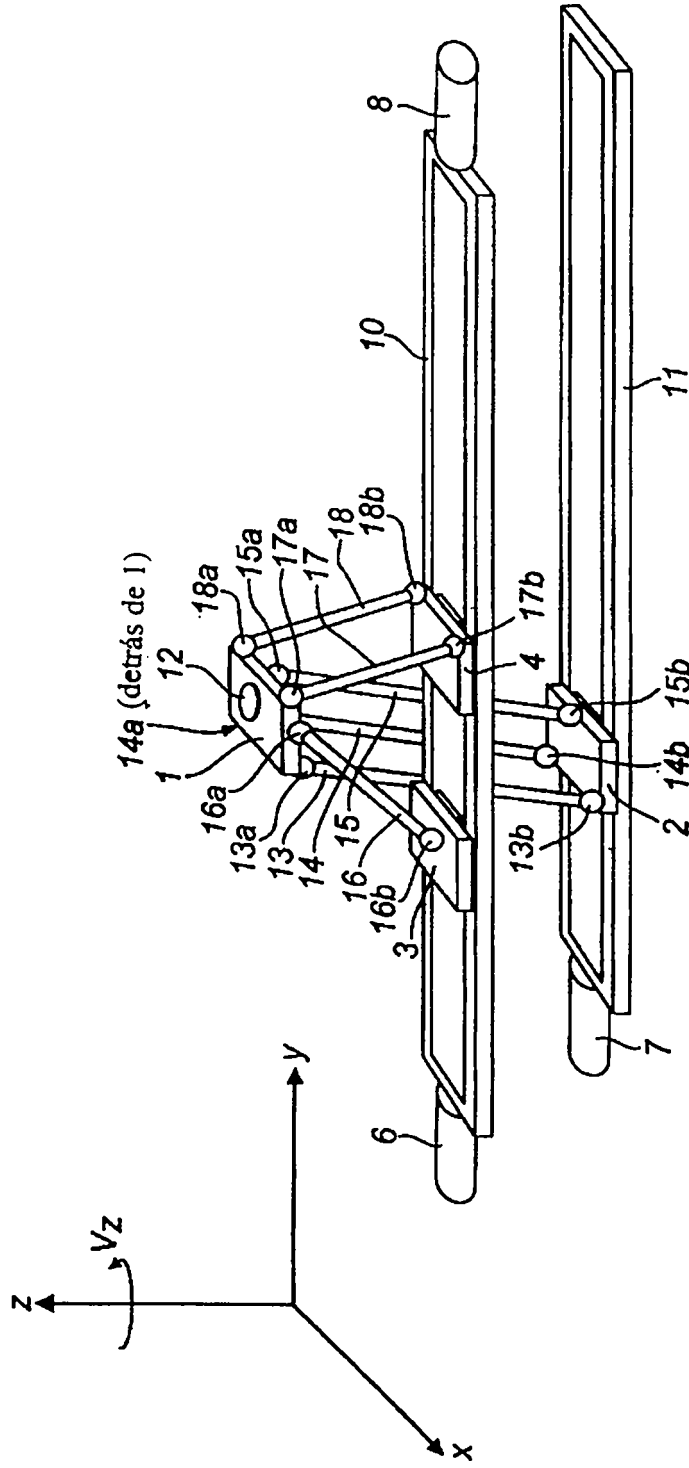


Fig. 2

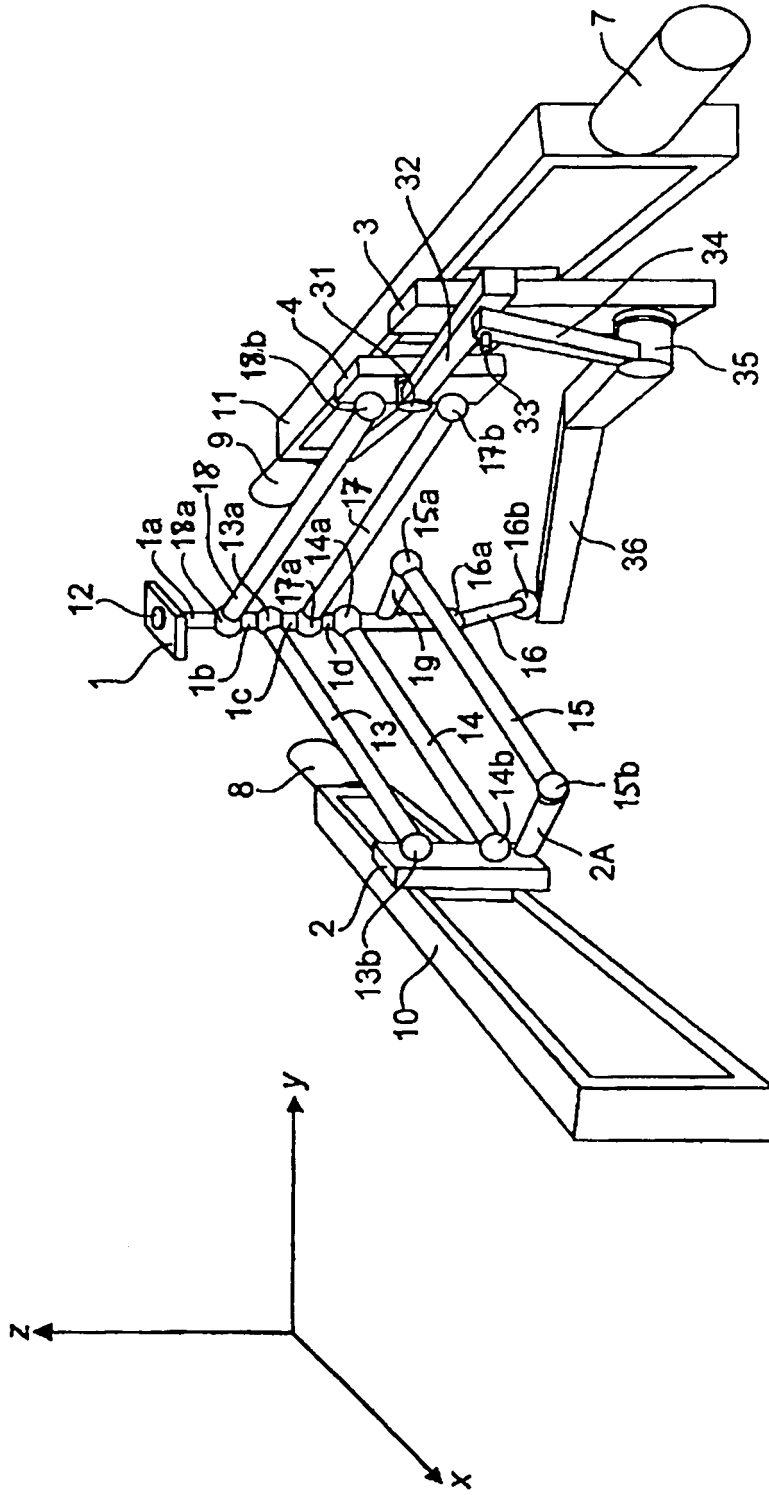


Fig. 4

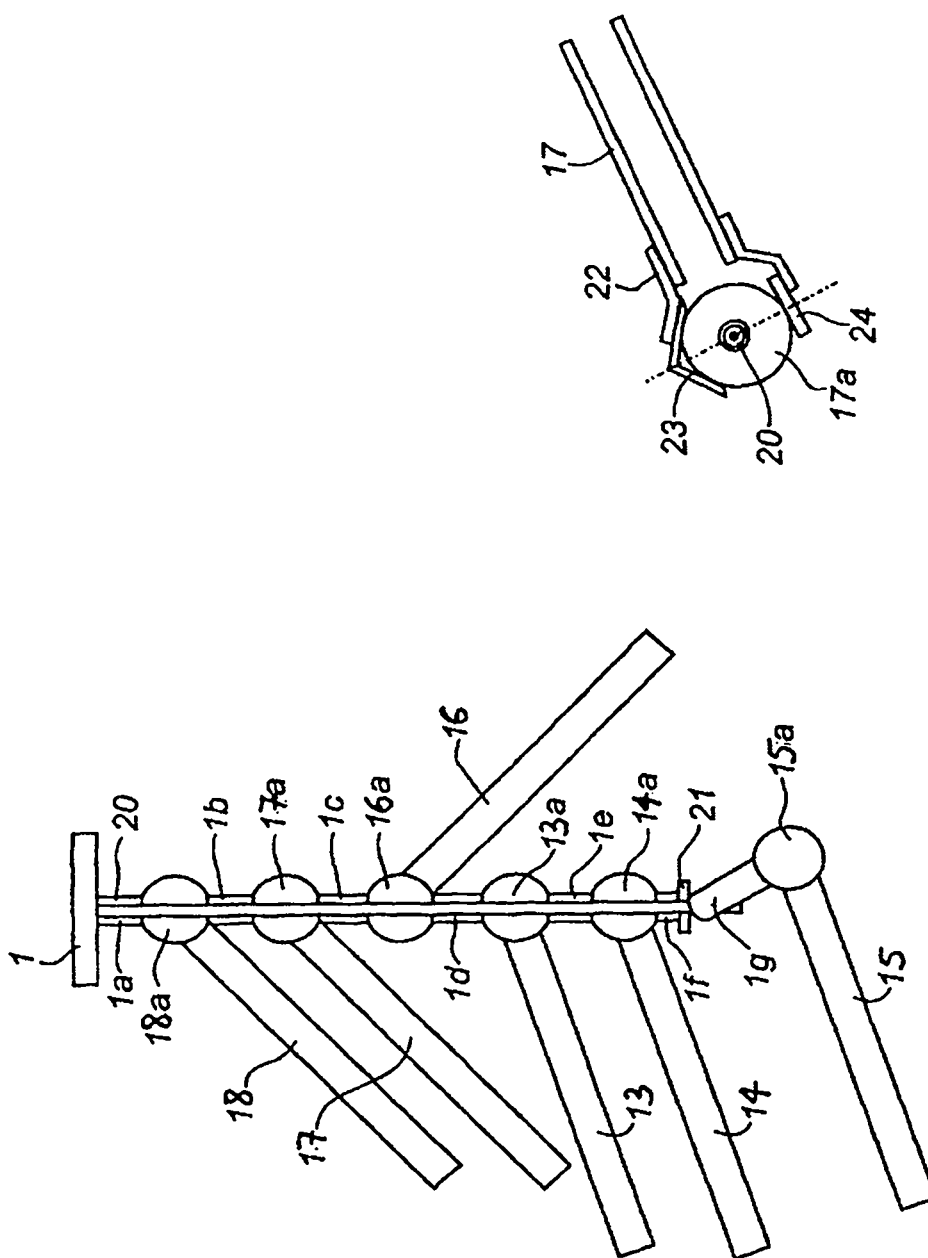


Fig. 5b

Fig. 5a

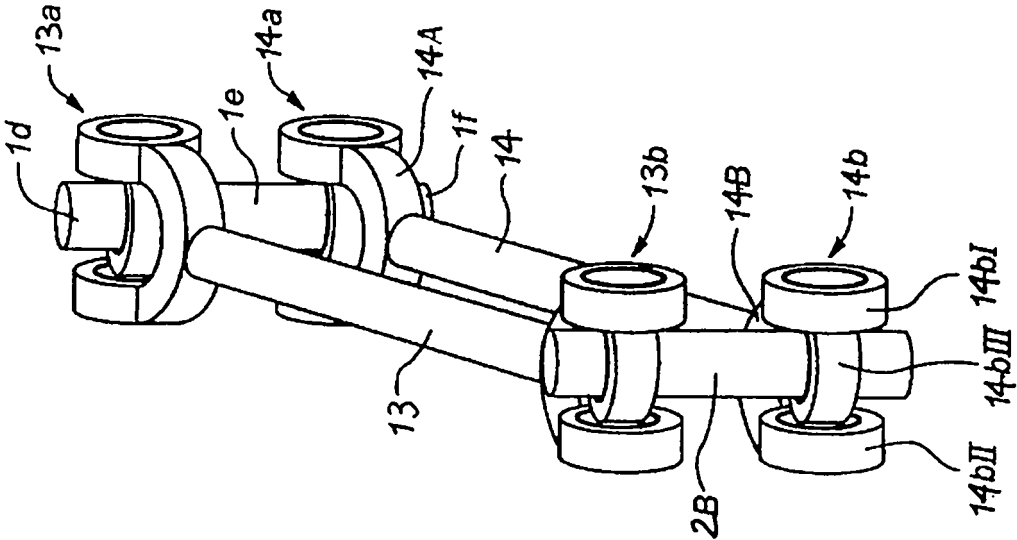


Fig. 6